



(19)

(11) Publication number: 2002164323 A

Generated Document

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 2000361628

(51) Intl. Cl.: H01L 21/3065

(22) Application date: 28.11.00

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: 07.06.02(84) Designated
contracting states:(71) Applicant: SEMICONDUCTOR LEADING EDGE
TECHNOLOGIES INC

(72) Inventor: KIMURA TADAYUKI

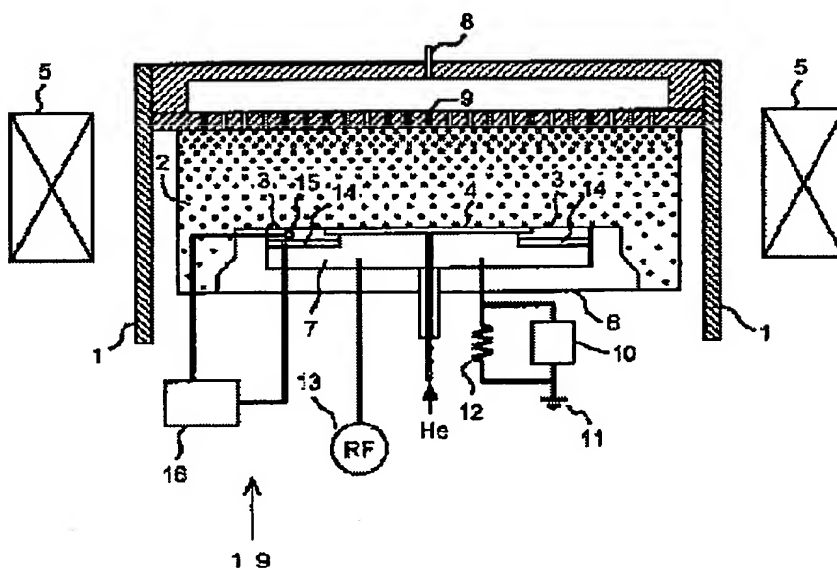
(74) Representative:

(54) FOCUSING RING AND
APPARATUS AND METHOD
FOR TREATMENT OF
SUBSTRATE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an apparatus and a method for etching, wherein the difference in an etching rate between the central part and the outer peripheral part of an Si wafer 4 as a substrate to be treated with not be generated.

SOLUTION: The substrate treatment apparatus is provided with a treatment chamber which generates a plasma at the inside, a support base by which the substrate to be treated is supported at the inside of the treatment chamber, the focusing ring which is arranged so as to surround the circumference of the substrate to be treated and a temperature control mechanism which controls the temperature of the focusing ring. By using the substrate treatment apparatus, the temperature of the focusing ring and the surface temperature of the substrate to be treated are kept identical.



COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-164323

(P2002-164323A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) IntCl.⁷

H 0 1 L 21/3065

識別記号

F I

H 0 1 L 21/302

テーマコード(参考)

C 5 F 0 0 4

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-361628(P2000-361628)

(22) 出願日 平成12年11月28日(2000.11.28)

(71) 出願人 597114926

株式会社半導体先端テクノロジーズ
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

(72) 発明者 木村 忠之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社半導体先端テクノロジーズ内

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守 (外2名)

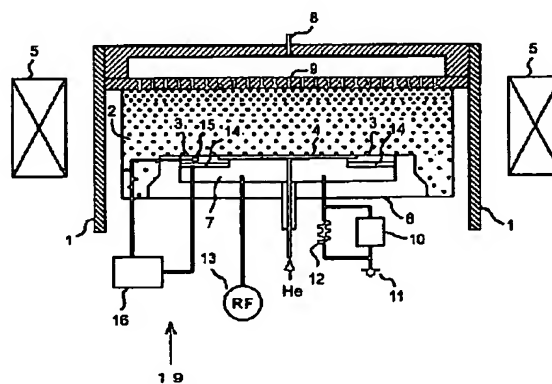
Fターム(参考) 5F004 BA04 BB22 BB23 BB32

(54) 【発明の名称】 フォーカスリング、基板処理装置および基板処理方法

(57) 【要約】

【課題】 被処理基板であるS i ウエハ4の中央部と外周部とのエッチングレートの違いを生じないことにより、エッチング装置およびエッチング方法を得る。

【解決手段】 内部にプラズマを発生させる処理室と、この処理室の内部で被処理基板を支持する支持台と、被処理基板の周囲を取り囲むように配置されたフォーカスリングと、このフォーカスリングの温度を制御する温度制御機構とを備えた基板処理装置を用いて、フォーカスリングの温度を被処理基板の表面温度と同一に保つ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理基板のプラズマエッチング工程において被処理基板を取り囲むように被処理基板の外側に配置される環状のフォーカスリングであって、温度検知器を備えたことを特徴とするフォーカスリング。

【請求項2】 請求項1のフォーカスリングにおいて、上記温度検知器が、その表面に露出することなく、内部の表面近傍に配置されたことを特徴とするフォーカスリング。

【請求項3】 内部にプラズマを発生させる処理室と、上記処理室の内部で被処理基板を支持する支持台と、上記被処理基板の周囲を取り囲むように配置されたフォーカスリングと、上記フォーカスリングの温度を制御する温度制御機構とを備えたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項4】 真空を保持する構造を有する処理室と、上記処理室にエッチングガスを導入し上記処理室を所定の圧力に制御するガス供給系と、上記処理室にプラズマを発生・維持する機構とを有し、かつ、直流高圧電源と、この直流高圧電源により直流高電圧が印加され、被処理基板を吸着保持する支持台と、上記被処理基板の温度を制御する機構と、上記被処理基板を取り囲むように上記被処理基板の外側に設置されるフォーカスリングとを有するものにおいて、上記フォーカスリングの温度を制御する温度制御機構を備えたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項5】 上記温度制御機構は、上記フォーカスリングの温度を検知する温度検知器と、上記フォーカスリングを冷却する冷却器と、上記温度検知器の出力によって上記冷却器の冷却度合を制御する温度制御器とを有することを特徴とする請求項3または請求項4に記載の基板処理装置。

【請求項6】 上記温度検知器は、上記フォーカスリングに備えられていることを特徴とする請求項5に記載の基板処理装置。

【請求項7】 上記温度検知器は、上記フォーカスリングの内部の表面近傍に、表面に露出することなく、配置されていることを特徴とする請求項5に記載の基板処理装置。

【請求項8】 上記冷却器は、上記支持台に埋め込まれて上記フォーカスリングと接触するように配置されたことを特徴とする請求項5に記載の基板処理装置。

【請求項9】 被処理基板の周りを取り囲むようにフォーカスリングを配置して、上記被処理基板をプラズマ処理する基板処理方法において、上記フォーカスリングの温度制御をしながら上記被処理基板のプラズマ処理をすることを特徴とする基板処理方法。

【請求項10】 被処理基板の周りを取り囲むようにフ

ォーカスリングを配置して、上記被処理基板をプラズマ処理する基板処理方法において、温度検知器の出力によって、冷却器の冷却度合を調整することにより、上記フォーカスリングの温度を制御しながら上記被処理基板のプラズマ処理をすることを特徴とする基板処理方法。

【請求項11】 上記フォーカスリングの温度を、上記フォーカスリングの内部の表面近傍でモニターすることを特徴とする請求項9または請求項10に記載の基板処理方法。

【請求項12】 上記請求項9から請求項11のいずれかに記載した基板処理方法を用いて製造されたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、半導体基板等の基板処理装置とこの装置内で使用するフォーカスリング、及び基板処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この発明は典型例としては、半導体製造時のプラズマエッチング工程において用いられる半導体基板処理装置に関するものであり、以下プラズマエッチング工程の場合を例にして説明する。図4は、既知のマグネトロンプラズマを用いたプラズマエッチング装置を説明するための断面図である。

【0003】図4において、1は、処理室（チャンバ）、5は、磁石である。7は下部電極であり、高周波電源13から高周波電圧が印加されている。チャンバ1の内部は真空に保たれ、外部には磁石5が設置されている。また、4は被処理基板であるSiウエハであり、下部電極7によって、チャンバ1内で、水平に支持されている。また、下部電極7は絶縁部材を介して金属製の支持台6に水平に設置されている。また、下部電極7は、高電圧を補正する機構10と高周波が侵入するのを防ぐための抵抗12とを介して直流高電圧電源11に接続されている。

【0004】8は、ガス導入管、9はシャワーヘッドを示す。ガス導入管8からプロセスガスが導入され、シャワーヘッド9を通して処理室1内（あるいは反応室内）にプロセスガスが導入されると、磁石5による磁界と下部電極7に印加された高周波電圧により、高密度プラズマ2が発生し、これによって、Siウエハ4がエッチングされ、所定のパターンが形成される。

【0005】このようなプラズマエッチング装置では、Siウエハ4の外周部でのエッチング特性が、Siウエハ4の中央部のエッチング特性と異なる現象が生じる。その対策として、Siウエハ4を取り囲むようにして、中空の薄い環状のフォーカスリング3を設置する方法が用いられている。

【0006】しかし、Siウエハ4の温度は、その下部に導入される冷却用ガスをを用いた冷却機構により、プロ

セス中でも制御されているが、フォーカスリング3は冷却機構をもたないため、プラズマ照射によりプロセス中に温度上昇が生じる。その結果、Siウエハ4とフォーカスリング3に温度差を生じ、この温度差は、半導体装置の微細化によるエッチング時間の増加に伴い大きくなっている。

【0007】図5は、従来プラズマエッチング装置によるエッチング状態を示す図である。この図5では、Siウエハ4の一部とその外側のフォーカスリング3とその周辺のプラズマの状態を示している。これを用いて、Siウエハ4とフォーカスリング3との温度差の増加に伴い生じるエッチング特性の劣化について説明する。図5において、17は、イオン、18は、ラジカルを示す。図5(a)は、この装置において、エッチング開始初期の状態を示す。エッチング開始初期の状態では、イオン17やラジカル18がSiウエハ4表面やフォーカスリング3の表面に入射し始めるが、フォーカスリング3の温度はあまり上昇していない。

【0008】図5(b)はエッチング中期の状態を示す。エッチング中期の状態では、イオン17やラジカル18の照射によって、フォーカスリング3の温度は上昇するが、Siウエハ4の温度は、その下部に導入される冷却用ガスを用いた冷却機構により抑制される。このため、Siウエハ4とフォーカスリング3の温度差は大きくなり、ラジカル18がフォーカスリング3よりもSiウエハ4の外周部に入射しやすくなる。これにより、Siウエハ4外周部のエッチングレートがSiウエハ4の中央部のエッチングレートに比べて低くなり、Siウエハ4面内のエッチング均一性が劣化する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来の方法ではSiウエハ4のエッチング処理工程においては、Siウエハ4の中央部の温度とSiウエハ4の外周部に温度に差が生じることに伴い、Siウエハ4の外周部のエッチングレートに差が生じる。このような状況下では、Siウエハ4の中央部とSiウエハ4の外周部とのエッチングレートの違いにより、エッチングが不均一な状態となり、加工形状の不良によるデバイスの歩留まりの低下が発生するという問題があった。

【0010】また、この問題を解決するために、フォーカスリング3を冷却する方法が考えられるが、その際、フォーカスリング3を過度に冷却すれば、フォーカスリング3上のラジカルの表面反応が加速して、反応生成物が堆積しやすくなる。この堆積物は、Siウエハ4の搬送時に、Siウエハ4上に移動する可能性があり、堆積物がSiウエハ4上に移動すれば、堆積物により、デバイスの歩留まりが低下するという問題を生じる。また、フォーカスリング3への堆積物の増加は、装置のメンテナンス頻度を多くしてしまい、装置の生産性を低下させるという問題を生じることになる。

【0011】さらに、従来装置において、エッチング処理中は、フォーカスリング3の表面にプラズマが照射することから、表面温度が変化する。従って、フォーカスリング3の温度を制御するために、フォーカスリング3の温度を測定し、温度変化をモニターすることが必要である。しかし、サーモラベルのようなものを用いた表面温度測定では誤差が大きく、また、サーモラベルからの不純物の発生、サーモラベルによるプラズマの変動などの問題を生じることから、半導体デバイスのエッチング処理時には使用することができない。加えて、フォーカスリング3の裏面の温度測定では、表面温度との差が大きくなるため現実的ではない。従って、フォーカスリング3の温度測定方法も重要な課題である。

【0012】本発明は、このような従来の課題を解決するため、フォーカスリング上の反応生成物の堆積を抑制し、かつ良好なフォーカスリングの温度測定とエッチング均一性を可能にするエッチング装置とこれに用いるフォーカスリング、ならびにエッチング方法を提案するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1にかかるフォーカスリングは、被処理基板のプラズマエッチング工程において被処理基板を取り囲むように被処理基板の外側に配置される環状のフォーカスリングであって、温度検知器を備えたことを特徴とするものである。

【0014】この発明の請求項2にかかるフォーカスリングは、請求項1のフォーカスリングにおいて、上記温度検知器が、その表面に露出することなく、内部の表面近傍に配置されたことを特徴とするものである。

【0015】この発明の請求項3にかかる基板処理装置は、内部にプラズマを発生させる処理室と、上記処理室の内部で被処理基板を支持する支持台と、上記被処理基板の周囲を取り囲むように配置されたフォーカスリングと、上記フォーカスリングの温度を制御する温度制御機構とを備えたことを特徴とするものである。

【0016】この発明の請求項4にかかる基板処理装置は、真空を保持する構造を有する処理室と、上記処理室にエッチングガスを導入し上記処理室を所定の圧力に制御するガス供給系と、上記処理室にプラズマを発生・維持する機構とを有し、かつ、直流高圧電源と、この直流高圧電源により直流高電圧が印加され、被処理基板を吸着保持する支持台と、上記被処理基板の温度を制御する機構と、上記被処理基板を取り囲むように上記被処理基板の外側に設置されるフォーカスリングとを有するものにおいて、上記フォーカスリングの温度を制御する温度制御機構を備えたことを特徴とするものである。

【0017】この発明の請求項5にかかる基板処理装置は、請求項3または請求項4に記載の基板処理装置であって、上記温度制御機構は、上記フォーカスリングの温度を検知する温度検知器と、上記フォーカスリングを冷

却する冷却器と、上記温度検知器の出力によって上記冷却器の冷却度合を制御する温度制御器とを有することを特徴とするものである。

【0018】この発明の請求項6にかかる基板処理装置は、請求項5に記載の基板処理装置であって、上記温度検知器は、上記フォーカスリングに備えられていることを特徴とするものである。

【0019】この発明の請求項7にかかる基板処理装置は、請求項5に記載の基板処理装置であって、上記温度検知器は、上記フォーカスリングの内部の表面近傍に、
10 表面に露出することなく、配置されていることを特徴とするものである。

【0020】この発明の請求項8にかかる基板処理装置は、請求項5に記載の基板処理装置であって、上記冷却器は、上記支持台に埋め込まれて上記フォーカスリングと接触するように配置されたことを特徴とするものである。

【0021】この発明の請求項9にかかる基板処理方法は、被処理基板の周りを取り囲むようにフォーカスリングを配置して、上記被処理基板をプラズマ処理する基板
20 処理方法において、上記フォーカスリングの温度制御をしながら上記被処理基板のプラズマ処理をすることを特徴とするものである。

【0022】この発明の請求項10にかかる基板処理方法は、被処理基板の周りを取り囲むようにフォーカスリングを配置して、上記被処理基板をプラズマ処理する基板処理方法において、温度検知器の出力によって、冷却器の冷却度合を調整することにより、上記フォーカスリングの温度を制御しながら上記被処理基板のプラズマ処理をすることを特徴とするものである。

【0023】この発明の請求項11にかかる基板処理方法は、請求項9または請求項10に記載の基板処理方法であって、上記フォーカスリングの温度を、上記フォーカスリングの内部の表面近傍でモニターすることを特徴とするものである。

【0024】この発明の請求項12にかかる半導体装置は、請求項9から請求項11のいずれかに記載した基板処理方法を用いて製造されたことを特徴とするものである。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面に従って、この発明の実施の形態について説明する。図中、同一または相当部分については、同一符号を付して、説明を簡略化しないし省略する。

実施の形態1. 図1および図2は、この発明の実施の形態を説明する図であり、図1は、この実施の形態による基板処理装置を示す断面図、図2は、この実施の形態によるプラズマエッチング工程におけるエッチング状態を示す図である。なお、図1の処理基板装置はマグネトロ
ンタイプのプラズマエッチング処理装置を予想してい

る。

【0026】図1において、1は、処理室であるチャンバ、5は、磁石である。チャンバ1の内部は真空に保たれ、外部には磁石5が設置されている。また、7は、下部電極であり、高周波電源13により、高周波電力が印加さる。8は、ガス導入管、9は上部電極のシャワーヘッドを示す。ガス導入管8からプロセスガスが導入され、上部電極のシャワーヘッド9を通して処理室1内（あるいは反応室1内）にプロセスガスが導入されると、高周波電源13から下部電極7に印加された高周波電圧と磁石5による磁界の重畳により、プロセスガスが解離し、高密度プラズマ2が発生する。

【0027】4は、被処理基板であるウエハであり、このウエハ4を支持する支持台としての下部電極7には直流高電圧電源11から直流高電圧が印加され、これによって、ウエハ4は、下部電極7に吸着され、チャンバ1内で水平に支持される。また、下部電極7は、絶縁部材（図示せず）を介して金属製の下部支持台6（下部電極台）に水平に設置されている。また、12は、高周波が直流高電圧電源11に侵入するのを防ぐための抵抗、10は、高電圧を補正する機構を示す。通常、下部電極7の表面には、ディンプルあるいは溝により、Heが行き渡るようになっている。このHeガスはウエハ4を冷却するための冷媒として用いられるもので、外周部で遮断して処理室（反応室）内にもれない構造になっている。あるいは、下部電極7の表面に複数の穴をあけ、そこからHeガスをウエハ裏面に吹き付ける冷却機構とヒータによるウエハ加熱機構などを有して、プロセス時のウエハの温度制御を行なう。また、ウエハ温度を検知するセンサーを必要に応じ適宜に設ける。

【0028】3は、下部電極7の外周部を保護するため、あるいはプラズマを閉じ込めるためのフォーカスリングである。このフォーカスリング3は、ウエハ4の外側を取り囲むように設置されており、内部には、温度検知器15が組み込まれている。なお、フォーカスリング3の材質は、酸化膜エッチングの場合には、一般的には、多結晶シリコンや炭化シリコンを用いるが、この発明の範囲内で他の材質であってもよい。

【0029】さらに、14は、フォーカスリング3を冷却する冷却器、16は、温度制御器である。冷却器14は、支持台（下部電極）7に埋め込まれて、フォーカスリング3と接触するように配置されている。例えば、冷却器14は良好な熱伝導性を有する材料で形成され、フォーカスリングの底面に沿って冷媒を循環させる冷媒管を内設している。また、冷却器14、温度検知器15および温度制御器16により温度制御機構19を構成している。温度制御器16には、冷却器14と温度検知器15が接続され、フォーカスリング3の温度を温度検知器15により読み取り、その出力によって冷却器14を制御
50 することができ。

【0030】次に、以上のように構成されたプラズマエッチング装置の動作について図1を用いて説明する。まず、装置の搬送システムにより処理されるウエハ4が下部電極7上に搬送、設置される。ウエハ4はフォーカスリング3に接触したり、乗り上げたりしないように搬送される。

【0031】ガス導入管8からプロセスガスが導入され、上部電極のシャワーヘッド9を通して処理室（反応室）内にプロセスガスが導入され、チャンバ1内のガス流量、圧力を調整した後、高周波電源13から高周波電力が下部電極7に印加されると、印加された高周波電力と磁石5による磁界の重畳により、プロセスガスが解離し、高密度プラズマ2が発生しウエハ4がエッチングされる。

【0032】高周波電力の印加後、直流高電圧電源11により直流高電圧を下部電極7に印加することにより、ウエハ4と下部電極7の間にクーロン力あるいはジャンセン・ラーベック力のような静電気力を発生させて、ウエハ4を下部電極7に吸着させてエッチングを行う。それにより、ウエハ4の温度を制御でき、安定したエッチングが実現できる。

【0033】また、エッチング処理中は、温度検知器15によりフォーカスリング3の温度を読み取り、その温度によって温度制御器16は、フォーカスリング3に接する冷却器14の温度を制御する。フォーカスリング3は冷却器14により、ウエハ4と同一な温度に保つよう制御され、これによって、ウエハ4上とフォーカスリング3上でのラジカルの表面反応の差を抑制することができる。このようにウエハ4の温度制御あるいは温度検知とリンクして、フォーカスリング3の温度制御を行なう。

【0034】これについて図2を用いて説明する。図2はこの発明のエッチング装置において、エッチング時のプラズマの挙動を示す図である。図2(a)はエッチング開始初期の状態を、図2(b)はエッチング中期の状態を示している。

【0035】エッチング初期ではウエハ4の温度とフォーカスリング3の温度に差は少ない。また、エッチング中期でもフォーカスリング3は温度制御されているので、ウエハ4表面とフォーカスリング3の温度差は少なく、ウエハ4表面と同様にラジカル18が入射する。従って、従来のようなウエハ4の外周部でのラジカル18の表面反応の変動は生じない。これにより、ウエハ4面内のエッチングレートの変動が抑えられることからエッチング均一性が改善する。

【0036】さらに、温度制御機構19により、フォーカスリング3の温度がコントロールできるため、フォーカスリング3を過度に冷却することによる反応生成物の堆積を抑制することができ、反応生成物の影響による半導体デバイスの歩留まり低下を抑制できる。なお、この

実施の形態1では、フォーカスリング3に温度検知器15が組み込まれているものを用いたが、この発明の範囲内で、外部装置として、温度検知器を取り付けるものであってもよい。

【0037】実施の形態2. この発明の実施の形態2を図3に基づいて説明する。図3はこの発明の実施の形態2によるフォーカスリングの形状を示すものである。図3(a)は平面図、図3(b)は図3(a)のA-A'線を分割したときの斜視図を示す。このフォーカスリングは、たとえば実施の形態1で説明したように、プラズマエッチング装置などにおいて、被処理基板であるウエハを囲むように支持台の上に配置するものである。

【0038】図3に示すように、フォーカスリング3の内部の表面近傍には温度検知器15が設置されている。この温度検知器15によって、フォーカスリング表面近傍の温度を正確に測定することができる。また、この温度検知器15は、表面に露出しないように形成されているため、温度検知器がプラズマに影響を及ぼすことなく、また、不純物の発生もない。従って、この温度検知器15によって、エッチング特性に影響を及ぼすことなくフォーカスリング3の温度を正確に測定することができる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、プラズマエッチング装置などの基板処理装置において、フォーカスリングの温度制御が可能になる。従って、フォーカスリングは被処理基板（ウエハ）と同一な温度に保つよう制御され、これによって、ウエハ上とフォーカスリング上でのラジカルの表面反応の差を抑制することができ、ウエハ面内のエッチングレートの変動が抑えられることからエッチング均一性が改善する。

【0040】また、フォーカスリングの温度制御によって、フォーカスリングの過冷却による反応生成物のフォーカスリング上での堆積を抑制することができ、それによって、半導体デバイスの歩留まりを改善でき、かつ、基板処理装置のメンテナンス頻度も改善できる。

【0041】また、この発明によれば、温度検知器をフォーカスリング内部の表面近傍に組み込むことにより、フォーカスリングの温度を高精度にモニタリングすることができる。さらに、温度検知器は表面に露出しないよう形成されているため、不純物を発生させず、エッチング特性に影響を与えることはない。

【0042】以上のようにこの発明によれば、プラズマエッチング装置などの基板処理装置を用いて、エッチング時にウエハ温度とフォーカスリングの温度を同一にすることにより、エッチング均一性の良いエッチングが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による処理基板装置を示す断面図。

【図2】 この発明によるプラズマエッチング工程におけるエッチング状態を示す図。

【図3】 本発明の実施の形態2によるフォーカスリングを示す図。

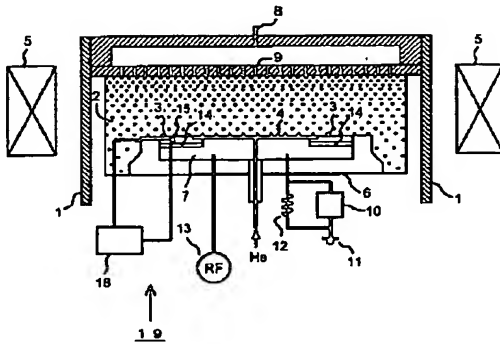
【図4】 従来の処理基板装置を示す断面図。

【図5】 従来の処理基板装置によるエッチング状態を示す図。

【符号の説明】

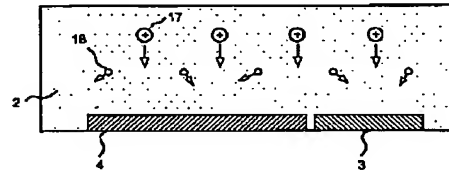
* 1 処理室(チャンバ)、 2 プラズマ、 3 フォーカスリング、 4 被処理基板(Siウエハ)、 5 磁石、 6 下部支持台(下部電極台)、 7 支持台(下部電極)、 8 ガス導入管、 9 上部電極のシャワーヘッド、 10 補正機構、 11 直流高電圧電源、 12 抵抗、 13 高周波電源、 14 冷却器、 15 温度検知器、 16 温度制御器、 17 イオン、 18 ラジカル、 19 温度制御機構。

【図1】

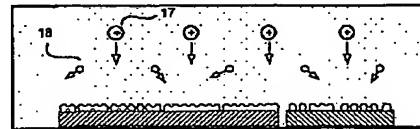


【図2】

(a) エッチング開始初期

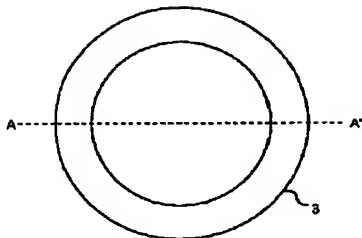


(b) エッチング中盤



【図3】

(a)

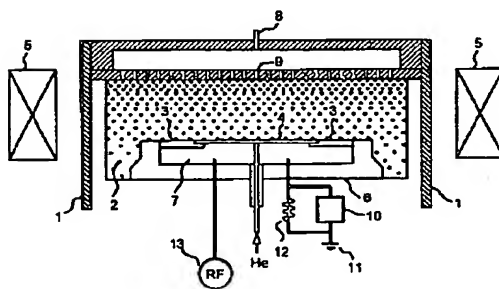


(b)

A-A'面

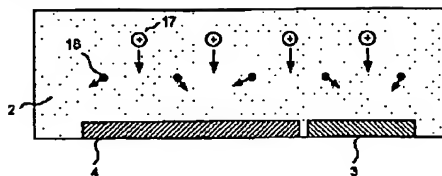


【図4】



【図5】

(a) エッチング開始初期



(b) エッチング中盤

